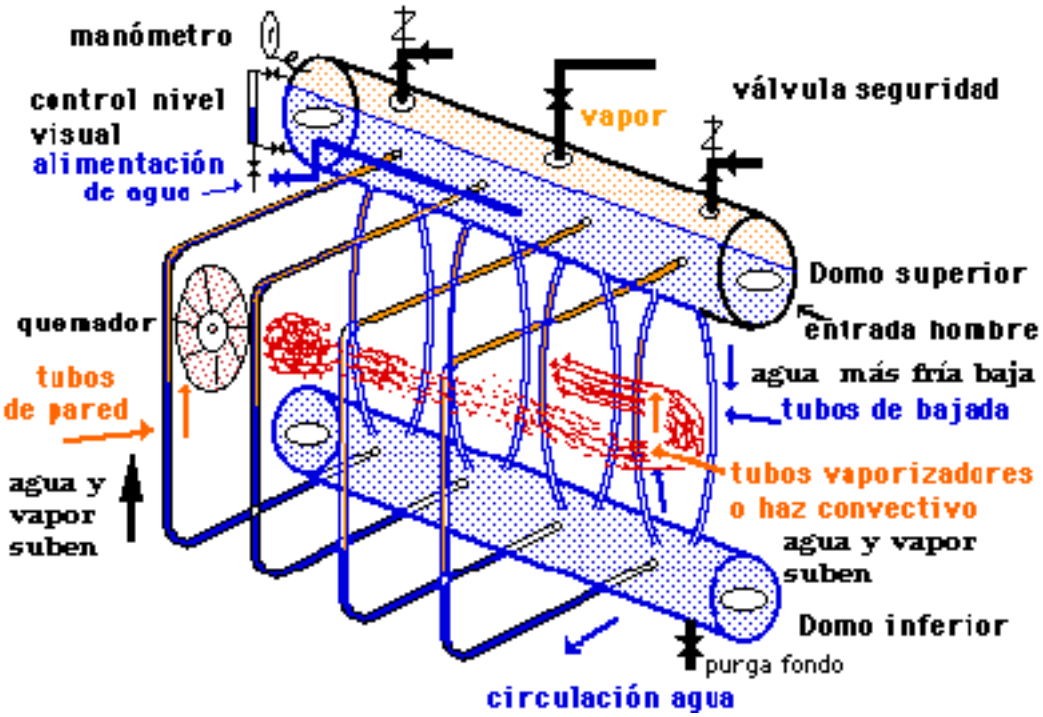
atentos a súbitos problemas que se pueden presentar, que llamaremos : "**Emergencias**" .

Para encarar estas "Emergencias" debemos de **estar informados** de como y el **porqué del funcionamiento** de una caldera, ya que dadas las circunstancias de presentarse la emergencia, **no tendremos mucho tiempo** para pensar. Esto significa la **necesidad de un entrenamiento mental** a cada situación que se pueda presentar.



Siendo el "bajo nivel de agua" la causa más importante en los accidentes de calderas, debemos prestar la mayor atención a este problema:

1-Síntoma: Baja la presión de la caldera

Cuando **baja la presión** de la caldera, **normalmente** puede ser que la **cantidad de combustión es insuficiente** para lograr la vaporización necesaria.

Pero: cuidado !!!!! no aumentar la combustión antes de controlar el nivel visual: ya que también puede ser debido a que no hay suficiente nivel de agua en el interior de la caldera (si falla la alimentación de agua y el sistema de control de nivel: que apaga el quemador y hace sonar la alarma se encuentra bloqueado, generalmente por "barros o incrustaciones", quedaremos expuestos al error de aumentar la combustión manual o automáticamente). **Esta es la causa Nº1 de accidentes graves en calderas.** La explicación a esto se debe a que **al bajar el nivel del agua**, también queda al **descubierto la superficie de calefacción** que vaporiza el agua. Al disminuir la transmisión de calor, se produce una **menor vaporización que no puede mantener la presión** (esto se hace grave en los quemadores totalmente automáticos, ya que la combustión es regulada por la presión y se debe de **apagar automáticamente por falta de nivel** si este funciona correctamente) . En el caso del **foguista, éste también se guía por la presión** (si bien podrá existir un control de nivel con corte de quemador y/o alarma, queda la alternativa de que si el foguista está atento **controlará siempre el nivel del agua como control primario antes de aumentar la combustión**).

Conclusión: no aumentar nunca la combustión, sin controlar el nivel de agua primero o si baja la presión fijarse en el nivel del agua en forma inmediata.

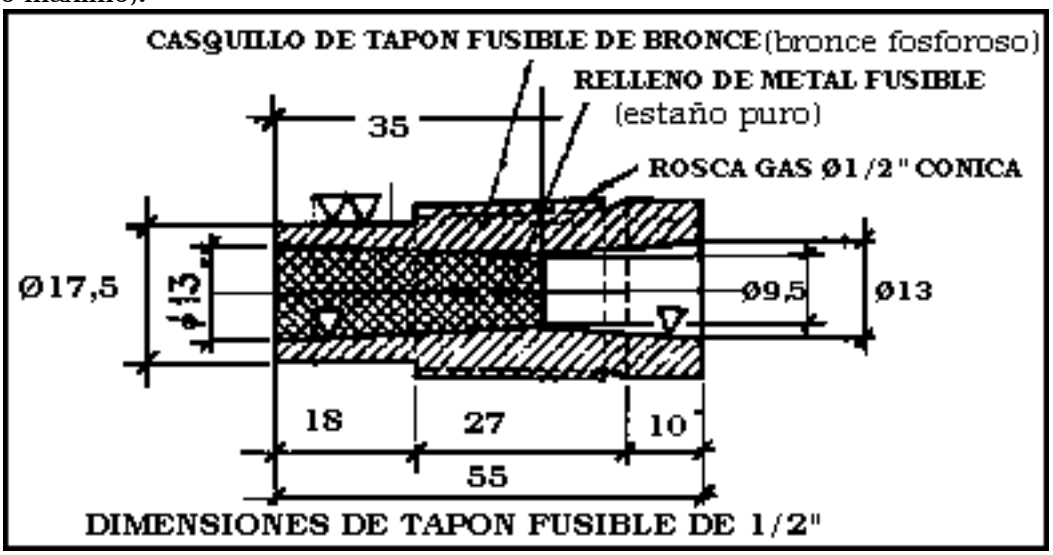
En caso de que se haya perdido el nivel del agua, primero bajar la combustión o **apagar el quemador**, purgar rápidamente el nivel para saber si hay alto o bajo nivel (si el nivel es alto, al purgar aparece el nivel del agua, si el nivel es bajo no aparece al purgar) . **Si el nivel está bajo o ha desaparecido**, **apagar inmediatamente el quemador, apagar** (o cerrar) **la alimentación del agua y cerrar la válvula de vapor.** (Para que no se quede sin agua totalmente la caldera. Al no haber combustión no se generará más vapor y en caso de que se produzca una sobre-presión por el calor del material, saltarán las válvulas de seguridad. Pero si vaciamos totalmente la caldera, la misma se recalentará localmente y se producirá la torcedura de sus elementos). Se podrá abrir una válvula de seguridad u otra válvula de vapor para "descomprimir" un poco la presión interna del vapor. Cerrar casi totalmente el aire (dejar un pequeño "tiro"para mantener un suave barrido de gases en la cámara de combustión, pero éste debe ser muy pequeño para evitar tensiones o combustiones del metal recalentado). **Si la caldera es de combustión de celulósicos** (leña, cáscaras, etc), **cerrar totalmente el aire**, **de manera que no se produzca combustión**.

No se debe alimentar con agua si comprobamos que el **nivel de agua se encuentra fuera del nivel visual** o por **debajo del último (inferior) "grifo de prueba de nivel** ", ya que si se **alimenta la caldera** con **agua** que se encuentra **relativamente fría** con respecto al **metal** "**recalentado**" podemos producir desde la "**torcedura**" a la probable "**rotura**" **del material**, provocando **una "explosión" de la caldera** (al haber presión interior y fallar el material, aunque la verdadera "explosión" de la caldera ocurre generalmente cuando la misma se ha quedado totalmente sin agua y el metal está "al rojo vivo", en el caso de alimentar con agua se produce una verdadera explosión o reacción entre el agua y el metal sobrecalentado, produciendo como una expansión violenta debido a esta reacción físico-química entre el hierro de la caldera y el oxígeno-hidrógeno del agua). En esta situación, la caldera se debe **dejar enfriar hasta la temperatura ambiente** (con el quemador apagado, alimentación de agua "cerrada", vapor cerrado). Luego de fría se comprobará toda la caldera, incluyendo **el tapón fusible** (que **debería fundir** si el nivel del agua bajó por debajo del mismo). Si se notaran partes recalentadas (cambio de color, deformaciones, aflojamiento de tubos, etc.) **se deberá recurrir a un técnico** para una inspección más a fondo.

De todas maneras es aconsejable efectuar una prueba hidráulica antes de volver al servicio , luego de la inspección visual.

TAPONES FUSIBLES EN DISTINTO ESTADO

No siempre el tapón fusible fundirá, dado que si está incrustado, puede que funda pero, no escape "vapor" debido a que está tapado por la incrustación (de aquí la importancia de cambiar los tapones fusibles en los tiempos previstos, entre 6 meses a un año máximo)**.**



DIMENSIONES DE TAPON FUSIBLE DE 1/2"

Por lo general, no podemos decir que el "tapón fusible" pueda apagar el fuego de la caldera (motivo inicial de su "invención, así como dejar escapar la presión)**, pero es muy útil su presencia, dado que está indicando una anomalía** (bajo nivel o reiterados bajos niveles no pronunciados), **de manera que el foguista tiene un "aviso" para actuar o el técnico tiene un "testigo" que puede confirmar una situación de duda** (si hubo un bajo nivel o hubo un problema de tenso-actividad fisicoquímica en el agua que alteró la circulación interna, provocando un recalentamiento "local" que provoca la falla del material).

También, al fundir en forma parcial o total un tapón fusible, **no necesariamente se debe a un "bajo nivel", puede que el tapón fusible no fuera confeccionado bajo las "estrictas normas"**, es decir, dimensiones (la conicidad es muy importante, si el tapón es cilíndrico en la parte en donde está el estaño, es muy probable que en poco tiempo tienda a perder), calidad del estaño (pureza) o procedimiento de la fundición (limpieza, temperaturas, etc.)

TAPONES CON FALLAS (INCRUSTADO, O CILINDRICO)

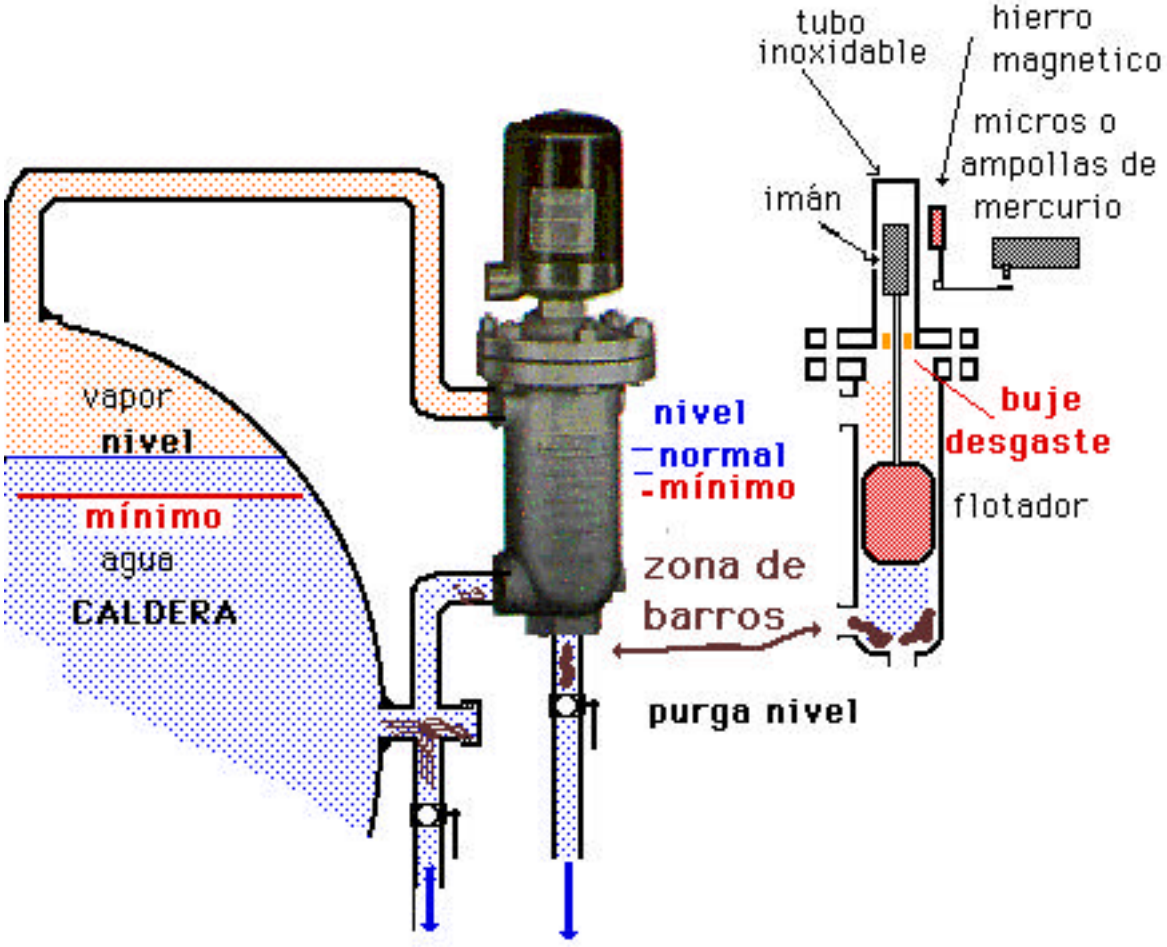
En caso que la pérdida de nivel fuera por "**alto nivel**", con el "**fuego**" **apagado** o al mínimo, **se bajará el nivel de agua en forma rápida** (cerrando la alimentación momentáneamente y **purgando** preferiblemente de **superficie:** purga continua). El riesgo en este caso es el "arrastre" de agua, que puede provocar un **golpe de** "**ariete**" (agua impulsada a la velocidad del vapor, que al detenerse provoca un "martillazo" contra las cañerías o equipos) en las **cañerías o equipos** donde se use el vapor (pudiendo esto ser **muy peligroso** en aquellos equipos como : **cilindros secadores**, pailas, etc.).

También:

El **alto nivel** puede **ser provocado momentáneamente** al haber un **consumo de vapor muy elevado** (generalmente con un alto régimen de vaporización o con los límites químicos del agua muy altos). En este caso lo **aconsejable es cerrar un poco la salida de vapor** a ese consumo excesivo. De lo contrario podemos pasar, si purgamos, de un alto nivel a un bajo nivel cuando pase el momento pico de ese consumo.

En los sistemas de control de nivel por flotador (McDonnell® y otros) **el exceso de nivel** (o alto nivel) **puede ser provocado en parte por un** "**pinchazo**" (perforación de la boya, que se va llenando de agua y pierde flotabilidad) **perforación provocada por lo general por corrosión** (especialmente en las boyas de acero inoxidable, que son atacadas por el ion cloruro en aguas de pozo o cuando entra sal del ablandador a la caldera, o falta de purga) **o puede haber una** "**colapso**" **parcial** (o total), **provocado en la boya por estar en el límite máximo de presión que puede soportar** (esto puede ser provocado por distintas razones: **una prueba hidráulica**, **un** "**golpe de ariete**" **al purgar**-o **la la cañería y el sistema de válvulas es inadecuado lo que provoca un exceso de** "**paso**" **de vapor que golpea la boya y comienza su** "**aplastamiento**" que no permite soportar la presión al perder la forma esférica de la boya, por ello **se debe purgar al máximo posible**, en forma **lenta hasta la apertura total,** que no debe ser de un valor exagerado, pero , o porque la presión de la caldera ha sido elevada y la boya está en el límite de la presión de trabajo, o a

veces provocado por un prueba hidráulica que rebasa la presión máxima que soporta la boya). **En este caso el alto nivel se mantiene en forma permanente y la solución es el cambio del flotador.** Cuando una boya tiene un "pinchazo", perforación, **no intente soldarlo, es muy peligroso** (ya que la boya tiene agua en su interior y al ser calentada para soldar, el agua se vaporiza y levanta grandes presiones internas que puede "reventar" la boya, han ocurrido graves accidentes al intentar hacer este tipo de reparación). **Cambie la boya por una nueva, pero investigue la causa de la falla.**



En algunos niveles por flotador, del tipo que el flotador se desplaza por una guía en el interior de un buje (caso de los niveles Magnetrol®), **la falla puede aparecer, tanto en un problema en la boya, como una problema de desplazamiento de la varilla en el buje-guía** (que tiende a trancarse), **esto es muy peligroso, porque se puede trancar en un nivel alto** (produciendo un bajo nivel al no alimentar la caldera y eliminar el corte por bajo nivel, algo muy peligroso)**, como en un nivel bajo** (produciendo un alto nivel y con ello peligrosos "arrastres" de agua en el vapor).

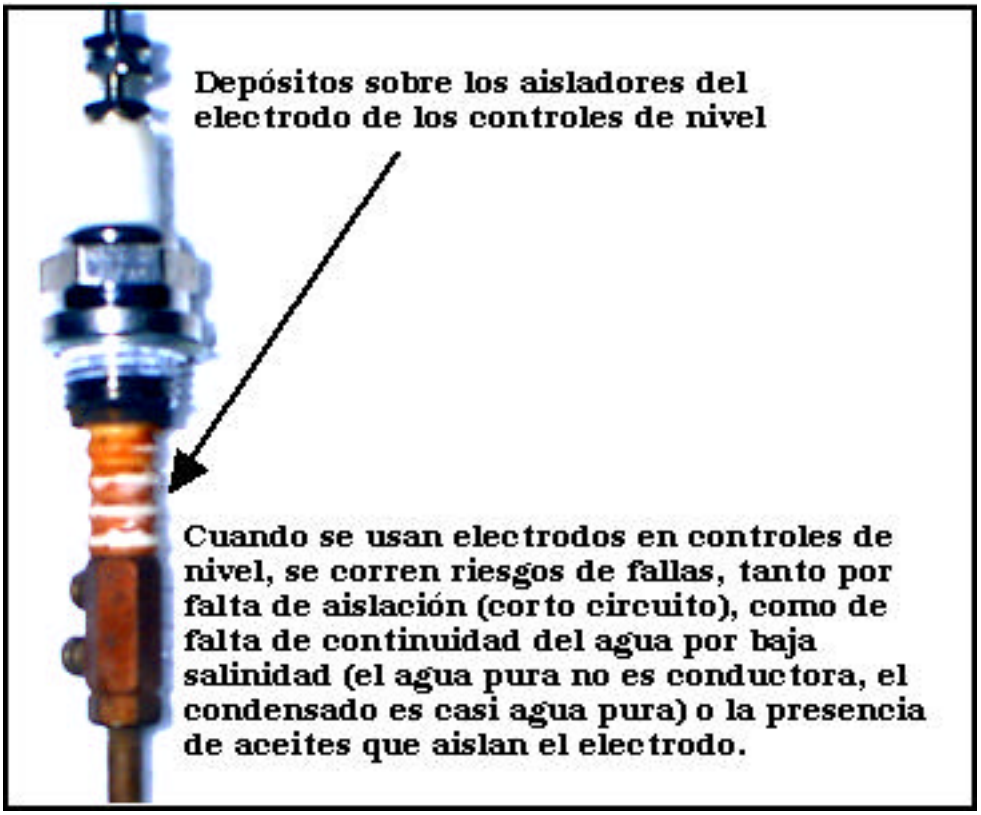
Las fallas en los niveles de agua, no solamente son provocados por fallas en los elementos mecánicos (como ser en el flotador o en el desplazamiento del mismo, o en los elementos asociados a la boya, tanto su mecanismo de palancas o desplazamiento, sino que el sistema que transmite la posición de la boya a los sensores eléctricos, que pueden ser de **ampollas de mercurio, que tienden a dejarse debido a que el mercurio es contaminante,** poniéndose **micro-interruptores,** siendo estos movidos, en baja presión, por las palancas a través de un "fuelle", que permite el movimiento pero que el vapor no salga al exterior, este fuelle de acero inoxidable o cobre, también se puede "pinchar", o fatigarse-provocar su fisura-, por las mismas razones que el flotador-ion cloruro en exceso cuando es de inoxidable o de amoníaco en el caso de los de cobre, o los excesos de presión en las pruebas hidráulicas-lo cual pone en riesgo al sistema al "inundarse" con vapor y la humedad provoca "corto-circuitos" que hacen falsear la indicación de las ampollas de mercurio o las micro, pudiendo dejar sin protección de corte por bajo nivel al quemador).

Cuando la presión es mayor, en los controles McDonnell® (o en otros sistemas de boya), en vez de transmitirse el movimiento de la boya por medio de un elemento de "sello", que es un fuelle de acero inoxidable o cobre, se utiliza el desplazamiento lineal de un elemento magnético en el interior de un tubo "no magnético" (cobre o acero inoxidable) y el desplazamiento se detecta por medio de pequeños imanes que son "atraídos" al paso del elemento magnetizable contra un resorte antagónico, estos pequeños imanes son solidarios a las micro-interruptores, que abren y cierran según sea el nivel del agua. La falla más común estos elementos, si bien puede ser mecánica (boya, desplazamiento, barros, etc.), los micro-interruptores pueden fallar o el sistema del mecánico de los mismos pueden llegar a "fatigarse" y fallar. Todo lleva a tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Todos los controles de nivel, deberían se cambiados cada tantos años (según indica el fabricante), **pero lo que no se puede hacer es purgar inadecuadamente, ya que la falta de purga o la mala práctica de purga** (purgar en el "aire" o sea purgas "tímidas", no limpian la parte interna del control, permitiendo que la boyas se "cuelguen" sobre el barro depositado, provocando que la caldera se quede sin agua y sin corte por bajo nivel, lo que es muy peligroso).

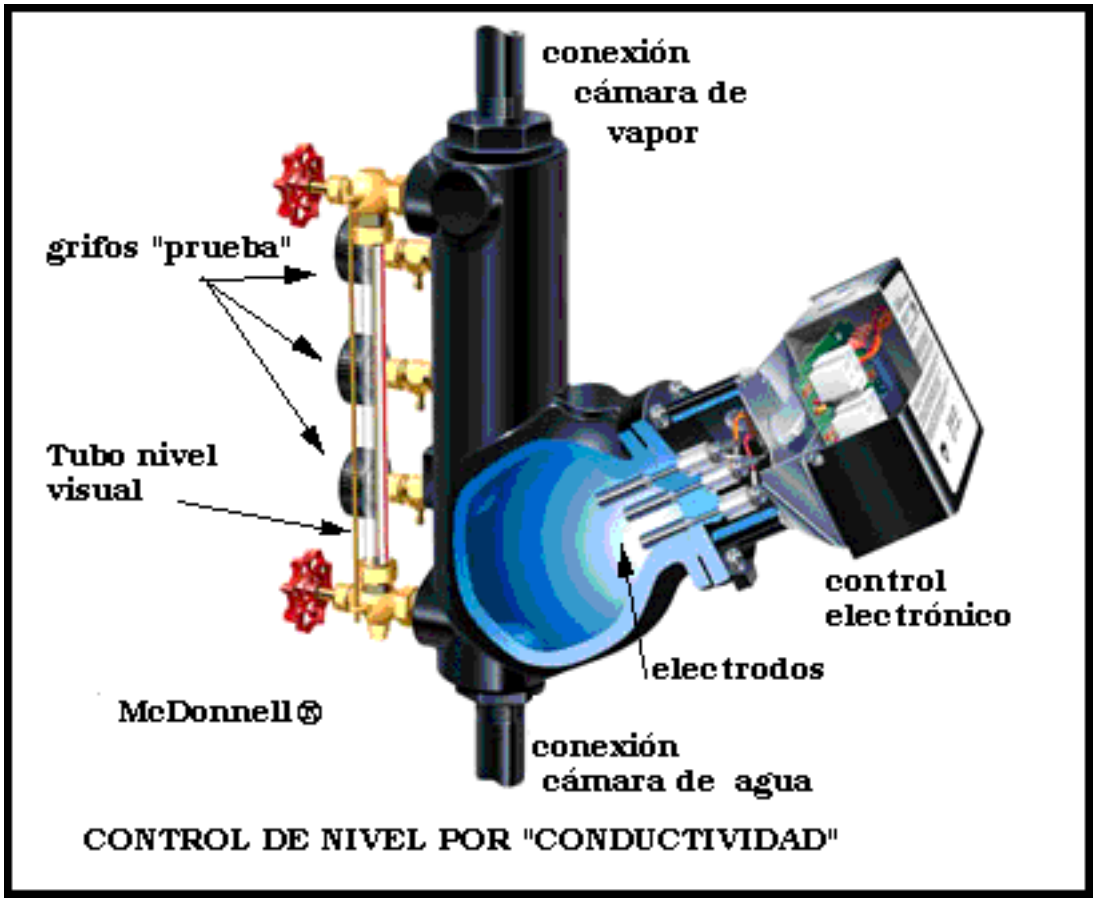
Por todas estas razones, deben haber por lo menos 2 controles de nivel (corte del quemador por bajo nivel), **purgar cada 4 horas los niveles y ver que se apague el quemador, cambiar los cables eléctricos cada 5 años** (o según la necesidad, poniendo cables adecuados para las condiciones de trabajo, temperatura, protección mecánica y humedad). Muchas veces conviene que cada control de nivel "baje" por canalizaciones eléctricas separadas, para evitar que la pérdida de vapor de un "fuelle" puede poner en peligro de corto a todo el sistema, porque el vapor puede ir por el caño de protección de los cables hasta el propio tablero y hacer un gran corto-circuito).

Hay una tendencia actual a poner controles de nivel por medio de electrodos (esto se debe a que son de menor costo que los de flotador)**. Las empresas como McDonnell®,** aconsejan que los "cabezales y sus electrodos" sean cambiados cada 2 años (esto se debe a la problemática que se explica a continuación).


Depósitos sobre los aisladores del electrodo de los controles de nivel
Cuando se usan electrodos en controles de nivel, se corren riesgos de fallas, tanto por falta de aislación (corto circuito), como de falta de continuidad del agua por baja salinidad (el agua pura no es conductora, el condensado es casi agua pura) o la presencia de aceites que aislan el electrodo.

En mi experiencia personal, puedo decir que estos controles eléctricos (funcionan por conductividad del agua), **que han tenido un uso muy popular hace años atrás, pero hemos hecho campañas para que se eliminaran por los riesgos que se corría con ellos** (muchos accidentes de calderas fueron provocados por estos controles de nivel, ya que la conductividad del agua de caldera es muy variable, especialmente dentro de los recipientes repetidores de nivel, en los cuales tiende a acumularse condensado, que es de baja conductividad, lo cual hace necesario trabajar con altas "resistencias" eléctrica o sea baja conductividad del agua, por lo cual el sistema debe contemplar dicha situación y contemplar el problema del ensuciamiento de los aisladores, tanto interna como externamente). **Tienden a "ensuciarse" los aisladores y provocan falsas lecturas del nivel del agua** (aconsejamos limpiar los aisladores, interna y externamente, cada 6 meses o un año)**.**

Otra causa de falla en los controles de nivel, es la tendencia actual de poner los controles de nivel a una columna repetidora de nivel de gran diámetro (este "caño" que hace de columna repetidora, tiende a taparse, al llenarse de barros en su parte inferior, dado que el barro en suspensión en el agua se va introduciendo en la base de la columna repetidora, se asienta porque el agua se mueve muy lentamente al no tener circulación interna dentro de la columna, ya que arriba condensa el vapor y abajo conecta con el agua de la caldera, y la purga de los niveles no alcanza a provocar una "velocidad" de limpieza de la base de la columna). **Esta falla de las columnas repetidoras, se elimina en parte, al poner una purga de gran diámetro** (1" o más) **en la base de la columna, en forma de T** (aunque no soy partidario de las columnas repetidoras, porque al cabo del año, las pérdidas térmicas por su gran superficie expuesta, cuesta como 1.000 litros de combustible líquidos o 1.100 m3. de gas o 3,5 Tn. de leña 25%H.b.h).



CONTROL DE NIVEL POR "CONDUCTIVIDAD"

2-Falta de alimentación de agua .

La falta de nivel de agua es muy grave. Aún con el fuego apagado puede provocar aflojamientos de tubos o recalentamientos locales (que provocan corrosión, fatiga o fisuras, etc.). Por lo que hemos visto anteriormente, debemos evitar que la caldera pierda el nivel de agua bajo cualquier circunstancia, por lo que debemos hacer de forma inmediata:

a-Si **no hay agua de alimentación**: **apagar** el"fuego" y **cerrar el vapor**.

b-Si hay **corte de electricidad** (no funciona la bomba de alimentación y no hay alimentación auxiliar: inyector o bomba alternativa): **apagar** el "fuego" y **cerrar el vapor** para que no se vacíe la caldera y deje al descubierto los tubos u otras partes de superficie calefactora.

La falta de alimentación de agua, si el quemador no se apaga a tiempo, puede llevar a provocar la "pérdida" de la caldera (por "quemado") **o la explosión de la misma** (tanto si entra agua con la caldera recalentada o por simple falla del recipiente a presión al llegar el material a no resistir la presión interna).

Esta es la falla más común (y ocurre por muchas razones),

HOGAR CALDERA HUMO-TUBULAR : BAJO NIVEL DE AGUA

3-Falla de la estanqueidad de la caldera .

Esto puede ser una pérdida de agua o vapor, en el interior de la cámara de combustión o pasaje de gases (tubos perforados, mandrilados flojos, fisuras, etc.), o pérdidas en la envuelta exterior ("tapillas", "entrada de hombre", fisuras de envuelta, conexiones a la caldera , etc.).

Apagar el quemador, **mantener la alimentación de agua** hasta el enfriamiento de la caldera, el **aire** se mantendrá **si es necesario para extraer o expulsar** los vapores por la chimenea y se tirará vapor por las válvulas de seguridad u otras (de manera de disminuir la presión de vapor que "empuja" la pérdida al exterior).

La caldera se deberá como siempre dejar enfriar tratando de mantener el nivel de agua (si es posible).

4- Variaciones del nivel del agua .

Las **variaciones anormales** del nivel del agua está indicando la posibilidad de distintos problemas :

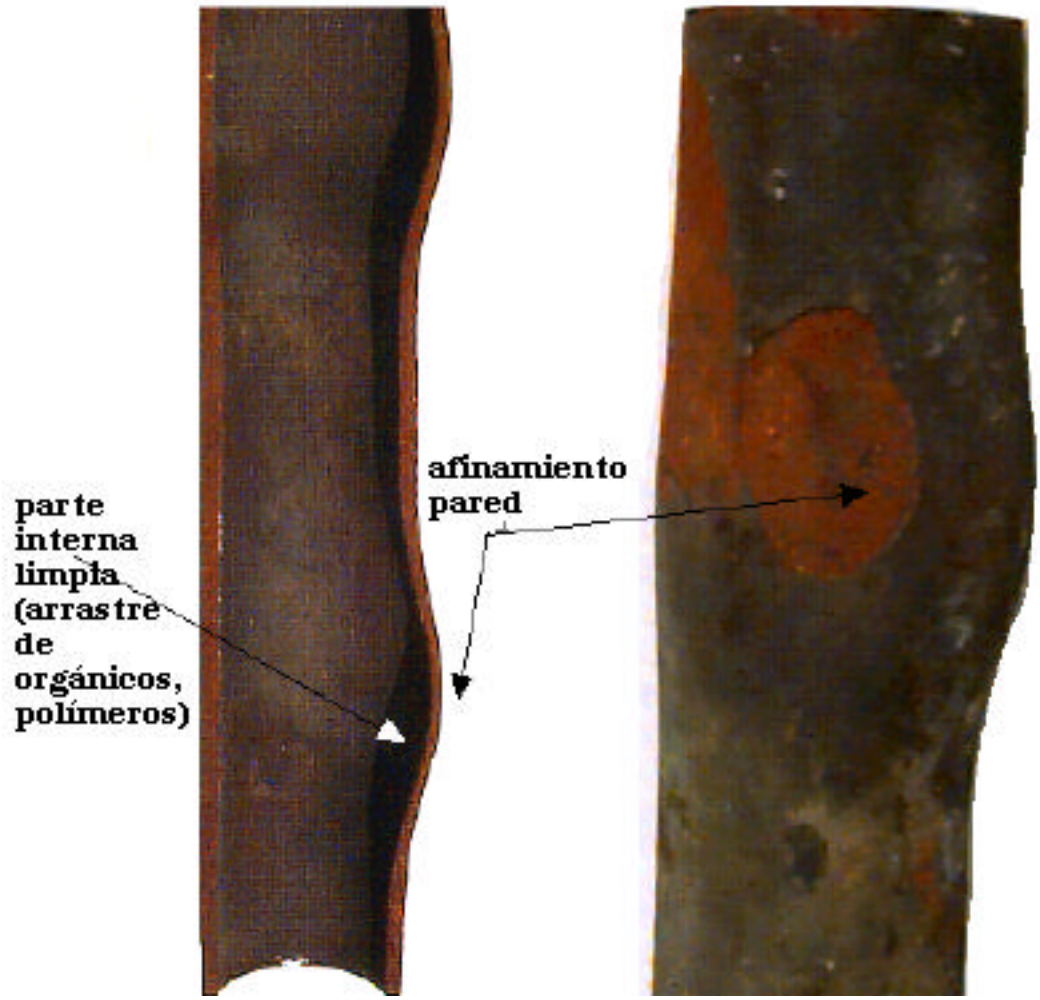
a-Consumo excesivo (o momentáneamente excesivo) **de vapor**, esto provoca "arrastres" de agua en el vapor y cabe hasta la posibilidad de dejar con bajo nivel de agua a la caldera ("priming" violento, "succión" del agua por el vapor en forma súbita). **Cierre un poco la válvula de vapor hasta que se normalice el nivel** (avise a producción que controlen el consumo en forma racional).

b- Límites químicos del agua no respetados (puede haber muchos sólidos disueltos o en suspensión, o ambos, contaminación por aceites o grasas -materia orgánica-, PH muy elevado, alcalinidad muy alta, etc.) . **Purgue hasta que los niveles se normalicen** (utilice de preferencia la purga continua o de superficie, purgando ampliamente o purgue de fondo con el quemador preferentemente apagado o en fuego bajo para sacar los sólidos en

suspensión: barros).

Purgue también los niveles, especialmente los electrónicos con electrodos de conductividad.

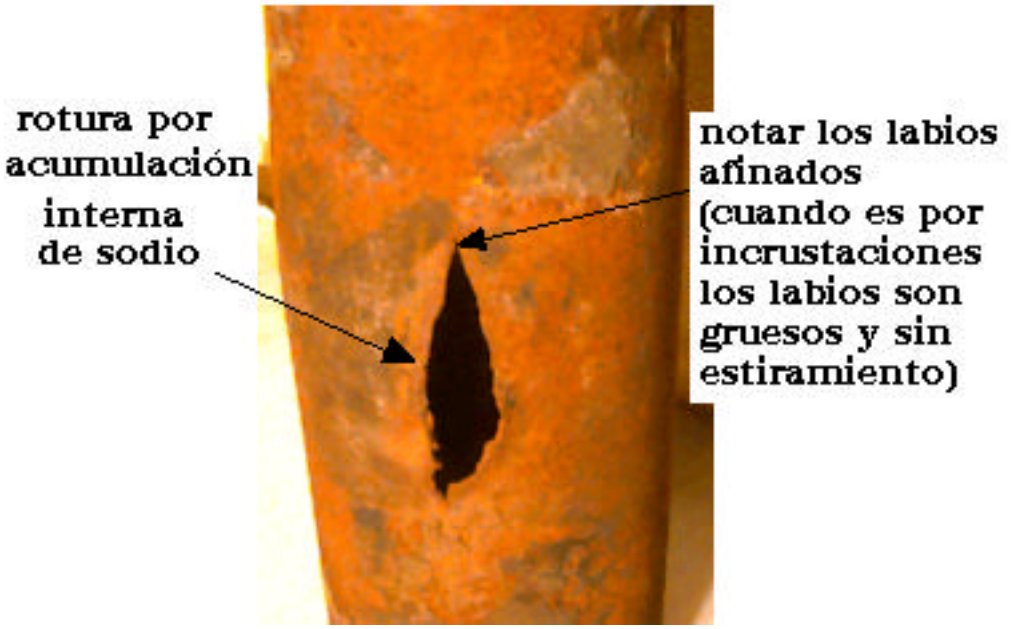
ARRASTRE DE AGUA AL SOBRECALENTADOR



c-Problemas de diseño. Las calderas con capillas o gasógenos, si la circulación de agua (bajadas de agua) y /o la descarga del vapor que se produce en los mismos **es insuficiente, se producen fluctuaciones de nivel** (debido a que los tubos de las capillas o de los gasógenos tienden a vaporizar y desalojan el agua de su interior en un momento de alta combustión, agravados por problemas físico-químicos del agua, de manera que se produce un desalojo del agua al cuerpo humo-tubular de la caldera, lo que hace en primera instancia es un alto nivel, que impide la alimentación de agua de la caldera y luego al volver a inundar el agua a la capilla o al gasógeno, se produce un bajo nivel (se apaga el quemador). Esto puede llevar a que la marcha de la caldera sea inestable, con paradas por alto (si tiene un corte por alto nivel) y por bajo nivel (que todas lo tienen). Cuando a la caldera le falta purga, o hay otros límites químicos muy altos (PH, alcalinidad, etc.), o entra algo de "aceites", o la marcha es muy "fuerte", este problema se agudiza.

Las fallas anteriores (inclusive la c) pueden llevar a provocar una falta de circulación interna del agua de caldera, provocando una falta de enfriamiento en las superficies de transferencias, que al recalentar pueden fisurar o deformarse por la presión de la caldera. En este caso puede llegar a **colapsar el hogar de la caldera humo-tubular** (casos a y b), dado que del lado del fuego la temperatura está entre 1400ºC y 1600ºC y el metal debería no ser sometido a más de 450ªC o menos, de esto se encarga de enfriar el agua del lado de la cámara de agua, cuya temperatura -la de saturación a la presión de trabajo- no pasa por lo general de 200ºC o menos, pero si el agua no "toca" el metal del hogar para enfriarlo, debido a las **burbujas excesivamente grandes o espumas**, el metal sube su temperatura más allá de lo que puede soportar la presión y colapsa.

ATAQUE POR SODIO POR FALLA TRATAMIENTO QUIMICO



Generalmente la falla en la circulación interna se debe a falta de purga (alcalinidad muy alta, PH muy alto, TSD muy alto, etc.), o una contaminación con elementos que alteran la tenso-actividad del agua, generalmente elementos orgánicos, que en muy pequeñas cantidades producen un gran cambio en el agua, provocando espumas, pero también puede haber contaminación con elementos inorgánicos del proceso, como en el caso de lecherías u otras fábricas, en que se utiliza elementos alcalinos como la soda para la limpieza de los equipos. **Frente a estos problemas, lo primero que se observa es una oscilación de los niveles visuales por encima de lo normal, por lo que inmediatamente se debe de tratar de purgar estos elementos, especialmente con la purga continua abierta al máximo hasta que se "calmen" los niveles. Esta falla se magnifica cuanto mayor sea el régimen de combustión de la caldera** (por lo que es aconsejable bajar la producción de vapor, hasta que se haya purgado lo suficiente y se haya investigado la razón del problema, haciendo un chequeo de los valores químicos del agua de caldera y alimentación).

Falla parecida, pero no igual, a cuando la caldera se queda sin agua y sigue el prendido quemador.

HOGAR COLAPSADO POR FALLA CIRCULACION

Cuando la caldera se queda sin agua y colapsa el hogar, por lo general se forma una "bolsa" tipo globo sobre la parte superior del hogar en donde la llama es más intensa (1/3 del largo del hogar aprox. del quemador), pero además los tubos superiores también se recalientan, torciéndose por su dilatación excesiva y "saltando" por lo general de sus mandrilados, **se nota en el vapor que va a fábrica un sobrecalentamiento excesivo que "quema" todo aquel material combustible que esté sobre las cañerías de vapor**, previo de notar que la presión de vapor a caído.

En las calderas acuo-tubulares, estas fallas provocan **la "rotura" de los tubos sobre el hogar o sea más expuestos a la llama**, que se manifiesta formando como "bellotas" (pelotas) en los lugares más comprometidos de los tubos para la transferencia térmica.

Todos estos problemas se agravan a medida que las superficies de transferencias se encuentren incrustadas.